

PEMANFAATAN BATUAN TERALTERSI; STUDI KASUS BATUAN DI GUNUNG KUDA, KECAMATAN DUKUPUNTANG, KABUPATEN CIREBON, JAWA BARAT

The Using of Altered-Rock, a Case Study in Gunung Kuda, Dukupuntang Subdistrict, Cirebon District, West Java

Siswandi¹, Sukandarrumidi², dan Djoko Wintolo².

Program Studi Teknik Geologi
Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada

ABSTRACT

Gunung Kuda the research area is a hill, a part of southern part of Keromong Mountains. It consists of altered rock, which are exploited as building stone with local name as Batu Palimanan.

The data were field observation, petrography, chemical and X-ray diffraction. Based on those data, the analysis was conducted and it concluded that the altered rock is dacite, which have altered by hydrothermal processes in 2 types. The argilic, that dominantly spread at southern and western area represented by clay-quartz minerals association, while the silicic is spread at eastern and northern area consists of quartz-pyrite minerals association. Based on the quantity of alteration change, the rock is divide into 4 classes, i.e. Low Grade include Fresh and Faintly Weathered, Moderate Grade are Slightly Weathered and Moderately Weathered, Strong Grade are Highly Weathered and part of Completely Weathered, and Very Strong Grade are Completely Weathered and Residual Soil.

As building stones there are 2 type of stones, the Polos and the Bermotif. Almost both classes are Low and Moderate and meet the requirement of standard. The standard is chapter 25 and 26 of PUBI issued by Departemen Pekerjaan Umum (1985).

Altered-rock as additional material in ceramic can improve the quality of ceramic-product, in this case is roof tile. It can reduce the shrinkage at sun drying from 10% to 8% and from 1,3% to 0,8% after been burned.

Key words : *Alteration, Building stones, Ceramic.*

¹ Jalan Kadiwangsan No. 1 Kebarepan, Plumbon, Cirebon

² Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

PENGANTAR

Gunung Kuda adalah sebuah bukit yang terletak di bagian paling selatan dari kompleks Perbukitan Kromong Cirebon Jawa Barat. Terletak pada daerah dalam koordinat $108^{\circ}20'40''$ BT hingga $108^{\circ}20'47''$ BT dan $05^{\circ}45'13''$ LS hingga $05^{\circ}45'20''$ LS. Elevasi tertinggi terletak pada puncak bukit dengan ketinggian 382 meter di atas permukaan laut.

Bukit ini tersusun oleh batuan beku yang telah teralterasi. Dari penelitian terdahulu disebutkan bahwa, jenis batuan beku yang menyusun Gunung Kuda adalah Andesit, sebagaimana dinyatakan oleh Ratman (1994) dan Djuri (1995). Lebih lanjut, Djuri (1995) menyebutkan bahwa Andesit Gunung Kuda adalah Andesit Hipersten.

Batuan yang terdapat di Gunung Kuda telah dimanfaatkan oleh penduduk untuk digunakan sebagai bahan batu hias. Batu hias yang dihasilkan dari daerah ini dikenal dengan nama "Batu Palimanan". Pemanfaatan batuan untuk batu hias telah memasyarakat, namun pengetahuan tentang pemanfaatan batuan untuk batu hias, khususnya batuan teralterasi dari Gunung Kuda, masih belum banyak. Oleh karena itu perlu untuk dipelajari batuan Gunung Kuda dan kesesuaiannya untuk digunakan sebagai bahan batu hias.

Pemanfaatan batuan untuk batu hias, dalam prosesnya menghasilkan banyak limbah, yang berupa pecahan batuan dan tanah. Berdasarkan hasil analisis kimia yang telah dilakukan, komposisi kimia batuan teralterasi dari Gunung Kuda memungkinkan untuk digunakan sebagai campuran bahan genteng keramik. Pengujian pemanfaatan limbah batuan untuk bahan campuran genteng keramik dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan batuan teralterasi terhadap kualitas genteng keramik yang dihasilkan. Hasil dari studi ini akan sangat bermanfaat untuk mengatasi permasalahan lingkungan yang diakibatkan oleh limbah batuan, dan selain itu juga akan sangat bermanfaat bagi pengusaha genteng keramik di daerah Jatiwangi, yang terletak tidak jauh dari daerah Gunung Kuda.

CARA PENELITIAN

Secara umum penelitian ini dikelompokkan menjadi 3 tahap penelitian, yaitu penelitian alterasi batuan, penelitian pemanfaatan batuan untuk bahan batu hias, dan penelitian pemanfaatan batuan

untuk bahan campuran genteng keramik. Penelitian alterasi batuan membahas batuan asal, mineralisasi yang terbentuk dan penentuan tipe dan tingkat alterasi. Penelitian pemanfaatan batuan teralterasi untuk batu hias membahas sifat-sifat fisik dan mekanika batuan dan kesesuaian dengan standar kualitas batuan untuk batu hias, sedangkan penelitian pemanfaatan batuan teralterasi untuk bahan campuran genteng keramik, membahas pengaruh penambahan batuan teralterasi pada kualitas genteng keramik, yang meliputi sifat susut kering, susut bakar, berat jenis, porositas, dan kuat tekan atau modulus patah genteng keramik.

Penelitian alterasi batuan yang membahas penentuan batuan asal, mineralisasi dan penentuan tipe dan tingkat alterasi. Analisis penelitian didasarkan pada data lapangan, data petrografi Moorhouse (1959), data kimia Ellis dan Mahon (1977) dan data *X-Ray Defraction* Browne (1995). Data lapangan diperoleh dari penelitian lapangan yang dilakukan dengan menggunakan peta dasar yang berupa peta topografi berskala 1: 25 000 dan 1 : 5 000. Data lapangan yang diperoleh dari penelitian lapangan berupa catatan kondisi geologi lapangan yang berupa catatan lapangan, peta, dan foto kondisi lapangan. Selain itu juga diperoleh contoh batuan dan tanah yang kemudian digunakan untuk analisis petrografi, analisis kimia dan analisis *X-Ray Defraction*. Data petrografi diperoleh dari pengamatan petrografi dengan mikroskop polarisasi. Tujuan pengamatan petrografi ialah untuk mengetahui sifat-sifat petrografi batuan, yang meliputi tekstur, struktur, dan komposisi mineral batuan. Data kimia diperoleh dari analisis kimia batuan, yang bertujuan untuk mengetahui komposisi kimia batuan teralterasi, sedangkan data *X-Ray Defraction* diperoleh dari analisis *X-Ray Defraction*. Analisis ini dilakukan terutama untuk mengetahui komposisi mineral lempung yang terbentuk dari proses alterasi dan untuk mengetahui komposisi mineral yang terbentuk sebagai masa dasar. Data-data itu dianalisis untuk menentukan jenis batuan asal, mineral-mineral yang terbentuk dari proses alterasi dan kemudian menentukan tipe alterasi dan tingkat alterasi.

Penelitian tahap kedua ialah penelitian pemanfaatan batuan teralterasi untuk batu hias. Penelitian ini merupakan kelanjutan penelitian alterasi batuan. Dari hasil penelitian alterasi batuan diperoleh tipe dan tingkat alterasi. Tipe dan tingkat alterasi batuan dikelompokkan berdasarkan kriteria kualitas batu hias. Kriteria kualitas batu hias yang digunakan adalah *aesthetic* dan ketahanan Stagg and Zienkiewics, (1968) dan Departemen Pekerjaan Umum, (1985).

Penelitian tahap ketiga ialah penelitian pemanfaatan batuan teralterasi untuk bahan campuran genteng keramik. Dalam penelitian ini, batuan teralterasi akan ditambahkan dalam bahan baku genteng keramik, kemudian diamati pengaruhnya pada kualitas genteng keramik yang dihasilkan. Campuran batuan teralterasi dan lempung bahan baku genteng keramik dibuat dalam 5 komposisi yang berbeda. Tiap-tiap komposisi dibuat menjadi 5 contoh genteng keramik, yang diproses (dicetak, dikeringkan, dan dibakar) dengan perlakuan yang sama. Aspek-aspek kualitas genteng keramik yang diamati antara lain: susut kering, susut bakar, porositas, berat jenis, dan modulus patah Searle and Grimshaw (1960) dan Departemen Perindustrian, (1985).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Alterasi Batuan Gunung Kuda tersusun oleh batuan beku teralterasi yang terbagi menjadi 2, yaitu batuan abu-abu keputih-putihan dan batuan abu-abu kecoklat-coklatan. Batuan abu-abu keputih-putihan bersifat rapuh, tanah berwarna putih, bila terkena air bersifat liat, tersebar di lereng selatan dan lereng barat Gunung Kuda. Batuan berwarna abu-abu kecoklat-coklatan bersifat kompak, tanah sedikit, berwarna coklat kemerah-merahan, tersebar di lereng timur hingga lereng utara, berasosiasi dengan struktur kekar dan sesar minor yang sangat intensif dan dijumpai juga urat-urat kuarsa.

Secara petrografi, batuan sebagian berwarna abu-abu keputih-putihan (sampel no. BBS.1, BBS.2, BBS.3, BBS.4, BBS.5) sebagian tampak berwarna abu-abu kecoklat-coklatan (sampel no. BBS.6, BBS.7, BBS.8, BBS.9, BBS.10), transparan hingga translusen, bertekstur porfiroafanitik. Fenokris ($\phi 1,5$ mm), *unhedral* dan *subhedral*, *broken crystal*. Fenokris merata dalam masa dasar. Hubungan fenokris dengan masa dasar berpola acak dan aliran. Sebagian masa dasar berwarna gradasi dengan pola aliran zat cair.

Komposisi batuan: masa dasar, fenokris, dan mineral aksesori. Masa dasar merupakan komponen terbesar, berjumlah 60%, berupa mikrolit. Fenokris adalah plagioklas ($\pm 25\%$), kuarsa ($\pm 15\%$), piroksen ($\pm 2\%$), dan orthoklas ($\pm 2\%$). Mineral aksesori berupa apatit, hornblende, dan mineral opak. ($\pm 2\%$). Mineral sekunder yang terbentuk adalah mineral lempung, kuarsa, oksid besi, pirit, khlorit, dan belerang.

Analisis X-ray defraction menunjukkan komposisi mineral penyusun masa dasar adalah Kuarsa dan *Anorthite sodian disordered*.

Komposisi masa dasar adalah Haloisit, Kristobalit, dan Pirite. Jenis lempung adalah : Kaolinit, Haloisit, dan Kristobalit.

Hasil analisis kimia menyatakan Silikat (SiO_2) 69,50%, Aluminium Oksid (Al_2O_3) 9,99%, Besi Oksid (Fe_2O_3) 2,46%, Kalsium Oksid (CaO) 0,79%, Natrium Oksid (Na_2O) 7,50%, Kalium Oksid (K_2O) 4,87%, dan Titanium Oksid (TiO_2) 0,097%.

Batuan Asal, mengacu pada Travis, batuan Gunung Kuda adalah batuan intermediet, mungkin andesit, dasit, basalt, diabase, atau tephrit. Jackson (1970), komposisi batuan dengan persentase plagioklas 75% dan persentase potash feldspar atau orthoklas kurang dari 3 % dan bertekstur porfiritik, adalah dasit. Komposisi mineral kuarsa dalam batuan berkisar 15%. Menurut Jackson (1970), jenis batuan intermediet hingga basa dengan kadungan mineral kuarsa lebih dari 10% adalah dasit.

Berdasarkan komposisi senyawa kimia, Le Maitre, 1976 dalam Ehlers and Blatt (1982), bahwa kandungan senyawa silikat adalah dasar klasifikasi, sehingga batuan di Gunung Kuda termasuk dalam kelas dasit. Berdasarkan pengamatan megaskopis di lapangan, analisis petrografi, *X-ray defraction*, dan kimia, dinyatakan bahwa batuan Gunung Kuda adalah dasit.

Mineralisasi. Mineral yang terbentuk adalah mineral lempung, kuarsa, oksid besi, pirit, khlorit, dan belerang. Mineral lempung, berdasarkan analisis *X-ray defraction*, adalah : Kaolin, Kristobalit, Haloisit, dan Montmorilonit.

Tipe dan Tingkat Alterasi menunjukkan 2 pola himpunan mineral yang terbentuk, yaitu himpunan mineral Kuarsa-Pirit dan himpunan mineral Lempung-Kuarsa. Kuarsa-Pirit dicirikan oleh warna abu-abu kecoklat-coklatan. Tanah berwarna coklat kemerah-merahan, tersebar di lereng timur dan utara. Batuan kompak dan kuat. Secara petrografi dicirikan dengan struktur jejak zat cair. Mineral sekunder adalah kuarsa, oksid besi, mineral lempung, pirit, dan belerang. Tipe alterasi dikelompokkan berdasarkan pola himpunan mineral dan dominasi, dengan demikian Kuarsa-Pirit termasuk tipe alterasi silisik, yang mengubah batuan menjadi dominan berkomposisi mineral-mineral silikat. Proses alterasi terjadi pada kondisi temperatur rendah, tekanan rendah, dan fluida yang cukup kaya dengan kandungan senyawa-senyawa silikat.

Lempung-Kuarsa terdapat di lereng selatan dan barat, ditandai oleh lempung berwarna abu-abu keputih-putihan. Mineral ubahan adalah mineral lempung (Kaolin, Montmorilonit, Halloysit, dan Kristobalit), Kuarsa, Khlorit, dan Pirit. Himpunan ini mengalami

alterasi tipe argilik tingkat lanjut. Alterasi tipe argilik ialah alterasi yang menjadikan batuan berubah menjadi lempung. Proses ini terjadi pada kondisi temperatur rendah, tekanan rendah, dan konsentrasi fluida rendah.

Daerah penelitian terbagi menjadi 4 tingkat alterasi, yaitu rendah, sedang, kuat dan sangat kuat. Bila tingkat alterasi digabungkan dengan tipe alterasi, maka terdapat 8 kelompok batuan, yaitu 4 tipe silisik dan 4 tipe argilik.

Berdasarkan klasifikasi batuan Johnson and De Graff (1988) batuan Gunung Kuda terbagi menjadi 7 kelas, yaitu: *Fresh*, *Faintly Weathered*, *Slightly Weathered*, *Moderately Weathered*, *Highly Weathered*, *Completely Weathered*, dan *Residual Soil*. Hubungan klasifikasi Utami and Browne (1998) dengan Johnson and De Graff (1988). Rendah (*Fresh*, *Faintly Weathered*); Sengah (*Slightly Weathered*, *Moderately Weathered*); Kuat (*Highly Weathered*, *Completely Weathered*), dan Sangat Kuat (*Residual Soil*)

Building Stone. Kualitas *building stone* ditentukan oleh 2 faktor, yaitu keindahan dan ketahanan. Keindahan (warna, pola dan tekstur), sedangkan Ketahanan sifat fisik dan mekanik (densitas, berat jenis, porositas, abrasifitas, dan kuat tekan).

Berdasarkan faktor keindahan ada 2 macam yaitu: batuan polos dan batuan bermotif. Batuan dikelompokkan berdasarkan tipe dan tingkat alterasinya. Batuan yang layak untuk dimanfaatkan sebagai *building stone* diuji, hasilnya tertera pada tabel 1.

Dua macam batuan, yaitu bermotif dan polos merupakan representasi 2 tipe alterasi. Bermotif adalah batuan teralterasi tipe silisik, sedangkan polos adalah alterasi tipe argilik. Batuan bermotif bernilai lebih tinggi dibandingkan batuan polos. Struktur jejak zat cair menjadikan batuan indah dengan aneka motifnya.

Tabel 1. Hasil pengujian

Contoh	ρ (kerapatan)	Berat Jenis	Porositas	Abrasi	Kuat Tekan Terkoreksi
Ar/1	2,78	2,78	0,0121	0,0372	1462,83 (Kg/cm ²)
Ar/2	2,61	2,61	0,0167	0,0834	895,71 (Kg/cm ²)
Ar/3	2,54	2,53	0,0308	0,1086	695,75 (Kg/cm ²)
Ar/4	2,40	2,39	0,0508	0,1296	478,66 (Kg/cm ²)
Si/1	2,76	2,76	0,0097	0,033	1425,45 (Kg/cm ²)
Si/2	2,65	2,65	0,0128	0,0456	1303,45 (Kg/cm ²)
Si/3	2,51	2,51	0,0121	0,054	920,55 (Kg/cm ²)
Si/4	2,61	2,61	0,0251	0,0624	767,36 (Kg/cm ²)

Hubungan tipe dan tingkat alterasi dengan sifat-sifat fisik dan mekanik batuan adalah bahwa semakin tinggi tingkat alterasi maka kerapatan, berat jenis, dan kuat tekan semakin rendah, sedangkan porositas dan abrasi semakin tinggi. Perbandingan alterasi tipe silisik dengan argilik adalah nilai penurunan kuat tekan alterasi tipe argilik lebih tinggi dibandingkan dengan tipe silisik. Kelayakan batuan untuk batu hias adalah semua kelompok batuan yang diuji memenuhi syarat, kecuali kelompok Ar-III.

Genteng Keramik. Tiga faktor penentu kualitas keramik, yaitu tekanan pencetakan, tekstur bahan keramik, dan komposisi kimianya. Pada penelitian ini faktor komposisi kimia bahan keramik yang akan menjadi obyek penelitian.

Perbandingan komposisi kimia batuan teralterasi dan lempung Jatiwangi, terdapat pada tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Kimia Batuan

Senyawa kimia	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	MgO	K ₂ O	TiO ₂
Batuan Teralterasi	69,50	9,99	2,46	0,79	7,50	-	4,87	0,097
Lempung Jatiwangi	57,85	21,47	7,39	3,77	1,12	2,23	5,18	0,21

Komposisi bahan dibuat 5 macam, yaitu 0%; 10%; 20%; 30%; dan 40%. Pencetakan dilakukan dengan tekanan dan ukuran yang sama, yaitu 35 x 23 x 1,5 cm.

Hasil pengujian susut kering dan bakar tercantum dalam tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian susut kering dan susut bakar

Contoh	Susut Kering			Susut Bakar		
	P (%)	L (%)	T (%)	P (%)	L (%)	T (%)
A	10,04	10,10	10,13	1,340	1,340	1,340
B	9,491	9,521	9,533	1,262	1,262	1,262
C	9,24	9,304	9,333	1,114	1,114	1,114
D	9,045	9,069	9,0	0,917	0,917	0,917
E	8,571	8,443	8,6	0,837	0,837	0,837

Hasil pengujian berat jenis, modulus patah, dan permeabilitas batuan tercantum dalam tabel 4.

Tabel 4. Pengujian berat jenis, modulus patah dan permeabilitas batuan

Contoh	Berat Jenis	Modulus Patah	Permeabilitas
A	1,725	49,05	Tidak Bocor
B	1,764	48,57	Tidak Bocor
C	1,770	49,32	Tidak Bocor
D	1,778	47,41	Tidak Bocor
E	1,792	48,23	Tidak Bocor

Kualitas Bahan Keramik. Ada perbedaan persentase kandungan senyawa kimia yang mencolok, yaitu: SiO_2 dan Al_2O_3 . Pada batuan teralterasi, SiO_2 (69,50%) sedangkan pada lempung Jatiwangi hanya (57,85%). Sebaliknya Al_2O_3 lempung Jatiwangi (21,41%) sedangkan pada batuan (9,99%). Penambahan batuan adalah penambahan silikat pada bahan genteng keramik. SiO_2 bersifat menurunkan porositas, susut kering dan susut bakar yang meningkatkan kekuatan genteng keramik.

Lima komposisi bahan genteng dibuat menjadi 5 contoh genteng. Bahan baku genteng ditimbang, kemudian dicetak dengan tekanan yang sama. Hal ini bertujuan untuk memperoleh kepadatan yang sama. Kemudian, bahan dikeringkan dengan sinar matahari, dibakar dengan tungku tradisional. Pemakaian tungku tradisional dimaksudkan untuk memudahkan masyarakat dalam mencoba hasil penelitian.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan batuan teralterasi, maka sifat susut kering dan sifat susut bakar genteng keramik semakin kecil, sedangkan untuk sifat berat jenis menjadi semakin tinggi. Pada sifat permeabilitas dan modulus patah, penambahan batuan tidak menunjukkan perubahan. Jadi, penambahan batuan teralterasi dapat meningkatkan kualitas keramik.

KESIMPULAN

1) Gunung Kuda tersusun oleh dasit teralterasi tipe silisik dan argilik, yang terbagi menjadi 4 tingkat yaitu : rendah, sedang, kuat, dan sangat kuat. Di lapangan tampak sebagai 7 kelompok, yaitu: *Fresh*, *Faintly Weathered*, *Slightly Weathered*, *Moderatly Weathered*, *Highly Weathered*, *Completely Weathered*, dan *Residual Soil*. 2) Proses alterasi menghasilkan 2 macam batuan, yaitu polos yang merupakan alterasi argilik dan bermotif alterasi silisik. Batuan teralterasi tingkat rendah

hingga sedang layak untuk *building stone*, kecuali alterasi argilik tingkat sedang. 3) Penambahan batuan berpengaruh positif pada kualitas keramik, karena dapat mengurangi susut kering, susut bakar, dan tidak berpengaruh pada permeabilitas dan modulus patahnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Browne P.R.L., 1995, *Hydrothermal Alteration*, 86.102, Geothermal Institute, University of Auckland, New Zealand.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1985, *Peraturan Umum Bahan Bangunan Indonesia (PUBI)*, Departement Pekerjaan Umum, Bandung.
- Departemen Perindustrian, 1985, *Mutu dan Cara Uji Genteng Keramik*, SII.0022-73, Departemen Perindustrian, Jakarta, Indonesia.
- Djuri, 1995, *Peta Geologi Lembar Arjawinangun Skala 1:100.000*, Direktorat Geologi dan Sumberdaya Mineral, Bandung.
- Ellis, A.J. and Mahon, W.A.J., 1977, *Chemistry and Geothermal System*, Elsempier Scientific Publishing Company, Amsterdam.
- Ehlers E.G. and Blatt H., 1982, *Petrology Igneous Sedimentary and Metamorphic*, W.H. Freeman and Company, San Fransisco, USA.
- Jackson, K.C., 1970, *Textbook of Lithology*, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York.
- Johnson, R.B. and De Graff, J.V., 1988, *Principle of Engineering Geology*, John Wiley and Sons Inc., New York, USA.
- Moorhouse, W.W., 1959, *The Study of Rock in Thin Section*, Harper and Row Publishers, New York, USA.
- Ratman, N., 1994, Peta geologi Lembar Arjowinangun no. 1309-1, edisi ke-2, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Searle, A.B., and Grimshaw, R.W., 1960, *The Chemistry and Physics of Clay and The Ceramic Material*, John Willey and Sons Inc., New York.
- Stagg, K.C. and Zienkiewiecs, O.C., 1968, *Rock Mechanics in Engineering Practice*, John Wiley and Sons Inc., London.
- Utami, P. and Browne, P.R.L., 1996, Petrologi of Core and Cutting Samples from Wells ULB-01 and ULB-02 Ulumbu Geothermal

Field Indonesia., *Proceeding Indonesia Petroleum Association 25th*,
Vol. 1, Jakarta, Indonesia